

ISSN: 1979-7362

MEMPELAJARI HUBUNGAN ANTARA KONDISI PENYIMPANAN DAN KADAR AIR AWAL BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L) DENGAN PERTUMBUHAN JAMUR SELAMA PENYIMPANAN

Nurhaya Kusmiah¹, Salengke¹, dan Supratomo¹
Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar

ABSTRAK

Kadar jamur merupakan jumlah biji berjamur dalam 100 biji selama penyimpanan, kadar jamur dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan yang digunakan, seperti kelembaban dan suhu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kadar jamur biji kakao yang disimpan pada 4 jenis penyimpanan yaitu kotak penyimpanan tanpa perlakuan, sirkulasi (*exhaust*), AC 25 °C dan 20 °C selama 3 bulan penyimpanan berdasarkan pada kadar air awalnya, biji kakao yang digunakan yaitu fermentasi 3 dan 5 hari serta tanpa fermentasi dengan kadar air awal 7% dan 10 % masing-masing sampel. Berdasarkan pengujian yang dilakukan diperoleh kadar jamur paling rendah yaitu biji kakao pada kotak penyimpanan menggunakan AC dengan suhu 20 °C, karena pada penyimpanan ini RH dapat dipertahankan sekitar 70% dan suhu juga sangat rendah mengakibatkan jamur tidak mudah berkembang, dan berdasarkan nilai yang diperoleh pada tabel korelasi menunjukkan bahwa adanya hubungan antara pertumbuhan jamur dengan kondisi penyimpanan, dimana tanda negatif pada kolom nilai menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan maka pertumbuhan jamur semakin rendah.

Kata Kunci: Kakao, Penyimpanan, Kadar Air, Jamur, Pertumbuhan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Biji kakao ataupun produk olahannya merupakan komoditas yang saat ini diperdagangkan secara internasional. Indonesia termasuk Negara pengekspor penting dalam perdagangan biji kakao. Menurut Asosiasi Industri Kakao Indonesia, memperkirakan nilai ekspor kakao akan mencapai US\$ 2 miliar pada 2012, tumbuh 11% dari proyeksi 2011 sebesar US\$ 1,8 miliar. Pada 2010 nilai ekspor kakao tercatat US\$ 1,6 miliar. Produksi biji kakao Indonesia selama 2012 bisa mencapai sekitar 500.000 ton atau 50.000 ton lebih banyak dari tahun sebelumnya.

Biji kakao yang telah melewati tahap penanganan pasca panen selanjutnya disimpan sebelum diolah menjadi coklat,

selama penyimpanan tersebut berlangsung, terjadi penurunan nilai ekonomis yang disebabkan oleh adanya pertumbuhan jamur selama penyimpanan, ini menyebabkan kualitas mutu biji kakao akan sangat rendah sehingga nilai ekonomis pun menurun.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian tentang penyimpanan biji kakao menggunakan kondisi penyimpanan berbeda-beda untuk mengetahui penyimpanan yang optimal, sehingga dapat menekan tingkat pertumbuhan jamur pada biji kakao.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana tingkat pertumbuhan jamur pada biji kakao selama disimpan pada jenis kondisi penyimpanan yang berbeda-beda.

Kegunaan penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi mengenaiantisipasi tindakan yang diperlukan agar tidak terjadi penurunan kualitas biji kakao selama penyimpanan sehingga kualitas mutu akan tetap terjaga.

METODOLOGIPENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai September sampai Desember 2013, bertempat di ruang penyimpanan *Teaching Industry*, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pisau, *cutter*, kayu, plastik klim, karung goni, *polibag*, kamera digital, sensor suhu dan kelembaban, *Air Conditiner (AC)* dan *exhaust*.

Sedangkan bahan yang digunakan adalah kakao fermentasi 3 dan 5 hari serta kakao non fermentasi dengan kadar air 7% dan 10% yang berasal dari Desa Benteng Palioi, kecamatan Kindang, kabupaten Bulukumba.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi persiapan bahan, pembagian sampel biji kakao, penyimpanan biji kakao, pembelahan biji kakao, mengamati pertumbuhan jamur.

1. Persiapan Bahan

Menyiapkan bahan yang akan diteliti yaitu sampel biji kakao fermentasi 5 hari, fermentasi 3 hari dan tanpa fermentasi dengan kadar air 7 % dan 10 %.

2. Pembagian Sampel Biji kakao

Setiap jenis sampel dibagi masing-masing 10 kg untuk semua jenis kondisi kotak penyimpanan, sampel tersebut disimpan pada karung goni dan karung plastik.

3. Penyimpanan Biji Kakao

Pada proses penyimpanan biji kakao sampel yang telah dibagi kemudian

disimpan pada 4 jenis kondisi penyimpanan yaitu penyimpanan suhu ruang biasa, sirkulasi (*exhaust*), AC dengan suhu 25 °C, dan suhu 20 °C.

4. Membelah biji kakao

Pada proses ini biji kakao yang telah disimpan pada 4 jenis kondisi penyimpanan diambil setiap 7 hari sekali menggunakan plastik klim. Biji yang diambil berjumlah 100 biji dengan dua kali ulangan, kemudian dilakukan pengamatan jamur dengan membelah biji kakao satu persatu.

5. Mengamati pertumbuhan jamur

Mengamati pertumbuhan jamur bagian kulit dan bagian dalam biji kakao.

Perlakuan Penelitian

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Sampel Kakao yang digunakan

1. Kakao tanpa fermentasi dengan kadar air awal 7% menggunakan karung plastik.
2. Kakao tanpa fermentasi dengan kadar air awal 7% menggunakan karung goni.
3. Kakao tanpa fermentasi dengan kadar air awal 10% menggunakan karung plastik.
4. Kakao tanpa fermentasi dengan kadar air awal 10% menggunakan karung goni.
5. Kakao fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 7% menggunakan karung plastik.
6. Kakao fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 7% menggunakan karung goni.
7. Kakao fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10% menggunakan karung plastik.
8. Kakao fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10% menggunakan karung goni.
9. Kakao fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 7% menggunakan karung goni.
10. Kakao fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 7% menggunakan karung plastik.
11. Kakao fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 10% menggunakan karung goni.

12. Kakao fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 10% menggunakan karung plastik.

Sampel kakao tersebut di atas disimpan pada kondisi

1. Kotak penyimpanan tanpa perlakuan
2. Kotak penyimpanan menggunakan *exhaust*
3. Kotak penyimpanan menggunakan AC dengan suhu 25 °C
4. Kotak penyimpanan menggunakan AC dengan suhu 20 °C

Pertumbuhan jamur diukur pada:

1. Bagian kulit biji kakao
2. Bagian dalam biji kakao

Semua perlakuan di atas dilakukan sebanyak 2 kali ulangan

Parameter Pengamatan

Paremeter yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar jamur luar dan jamur dalam biji kakao setiap minggu, serta suhu dan kelembaban kotak penyimpanan.

Pertumbuhan jamur

Keberadaan jamur pada setiap biji diidentifikasi kemudian data dua kali ulangan dirata-ratakan dan persentase biji berjamur dihitung sebagai berikut:

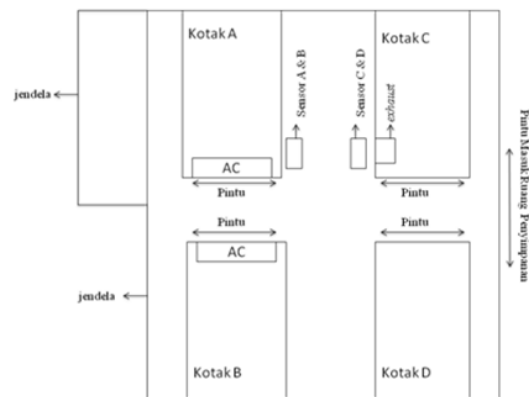
$$\text{Biji berjamur (\%)} = \frac{\text{Jumlah biji berjamur}}{100} \times 100\%$$

Kotak Penyimpanan

Kotak penyimpanan yang digunakan terbuat dari tripleks dengan ketebalan ± 2 cm, dan luas ruangan $\pm 6 \text{ m}^2$. Suhu lingkungan luar kotak penyimpanan yaitu berada diantara suhu kotak penyimpanan tanpa perlakuan dan suhu penyimpanan (*exhaust*) diperkirakan $\pm 30 - 31$ °C pada kondisi normal.

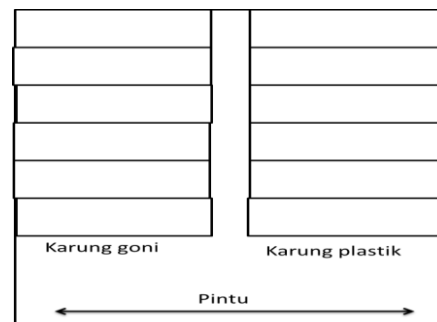
Kotak penyimpanan yang diberi kode label A, merupakan penyimpanan menggunakan AC 20 °C terletak di dekat jendela ruang penyimpanan gedung

Teaching Industry, label B kotak penyimpanan menggunakan AC 25 °C yang juga terletak didekat jendela ruang penyimpanan dan berhadapan dengan kotak AC 20 °C. Kode label C yaitu kotak penyimpanan yang menggunakan *exhaust* yang terletak di dekat pintu masuk ruang penyimpanan *Teaching Industry*, sedangkan kode label B merupakan kotak penyimpanan dengan suhu ruang biasa, letaknya berhadapan dengan kotak penyimpanan *exhaust*. Sedangkan *Air Conditioner* (AC) diletakkan didekat pintu masuk kotak penyimpanan, dan sensor pengukur suhu dan kelembaban terletak di luar kotak, dimana 1 sensor mengukur 2 kotak, sehingga menggunakan 2 sensor. Seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Letak Kotak Penyimpanan

Sedangkan letak penyimpanan sampel untuk pengujian kadar jamur didalam kotak berada di bagian belakang, berjejer antara karung dengan plastik. Seperti pada Gambar 2.

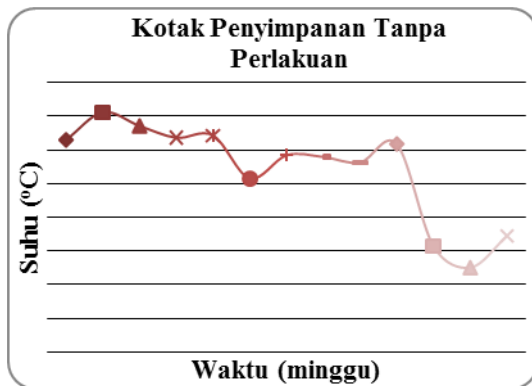


Gambar 2. Letak Sampel di Kotak Penyimpanan

HASIL DAN PEMBAHASAN

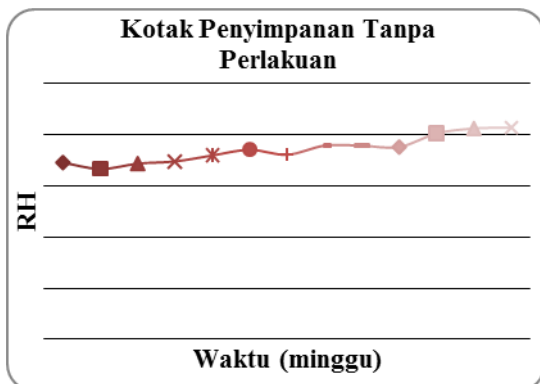
Suhu dan RH Kotak Penyimpanan Tanpa Perlakuan

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran suhu dan RH untuk mengetahui perubahan suhu dan RH pada masing-masing selama penyimpanan.



Gambar 3. Suhu Kotak Penyimpanan Tanpa Perlakuan Selama Penelitian

Perubahan suhu pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan cenderung menurun hingga minggu ke 13, dimana nilai suhu tertinggi pada penyimpanan ini yaitu 33 °C pada minggu ke dua, kemudian menurun hingga suhu 29 °C.



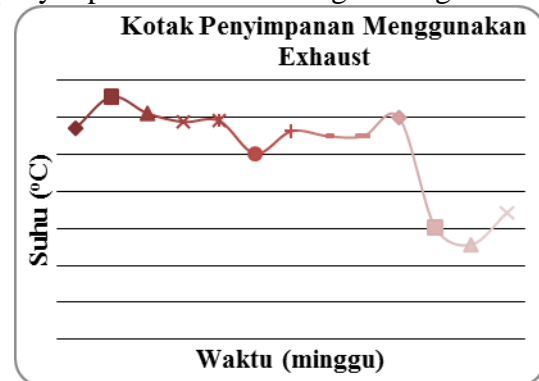
Gambar 4. RH Kotak Penyimpanan Tanpa Perlakuan Selama Penelitian

Sedangkan RH pada penyimpanan ini cenderung meningkat hingga minggu ke 13. Dimana RH tertinggi yaitu 82% pada minggu terakhir.

Suhu dan RH Kotak Penyimpanan Menggunakan *Exhaust*

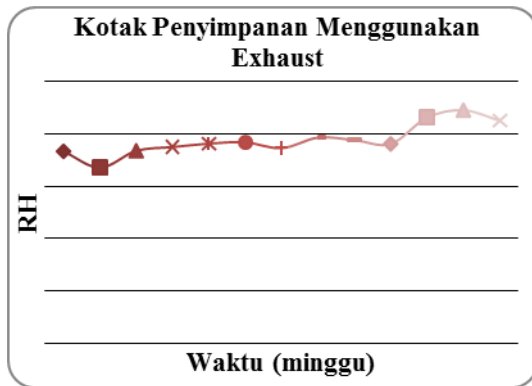
Setelah melakukan pengukuran suhu dan RH pada kotak penyimpanan menggunakan *exhaust* diperoleh peningkatan nilai persentasi RH dan penurunan nilai suhu.

Grafik menunjukkan suhu pada penyimpanan ini cenderung menurun, seiring dengan meningkatnya nilai RH. Sedangkan Gambar 6 Grafik menunjukan perubahan RH pada kotak penyimpanan menggunakan *exhaust*, dimana RH pada penyimpanan ini cenderung meningkat.



Gambar 5. Suhu Pada Kotak Penyimpanan Yang Menggunakan *Exhaust* Selama Penelitian

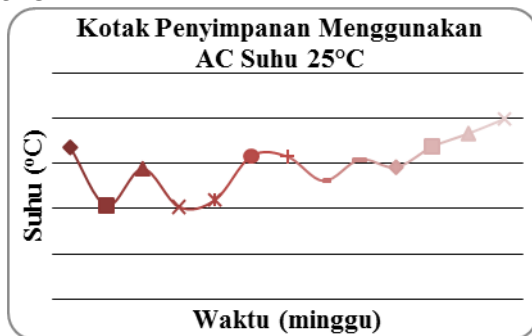
Tingginya RH pada Gambar 6 dipengaruhi oleh RH yang ada di luar kotak penyimpanan, karena *exhaust* bekerja mengeluarkan udara dalam penyimpanan dan saat bersamaan memasukkan udara yang ada diluar kotak, sehingga jika udara diluar penyimpanan lembab maka udara dalam kotak juga akan lembab.



Gambar 6. RH Kotak Penyimpanan Menggunakan *Exhaust* Selama Penelitian

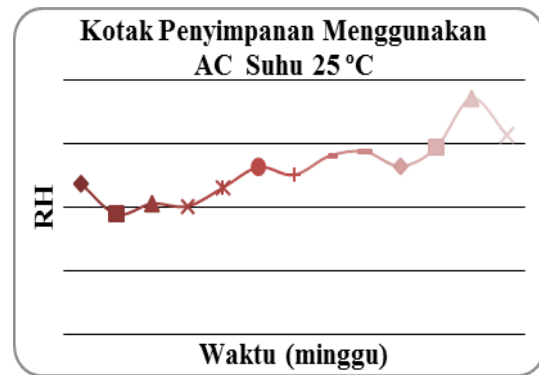
Suhu dan RH Penyimpanan Menggunakan AC Dengan Suhu 25 °C

Hasil pengukuran suhu dan RH pada penyimpanan menggunakan AC dengan suhu 25°C



Gambar 7. Suhu Kotak Penyimpanan Menggunakan AC dengan suhu 25 °C Selama Penelitian

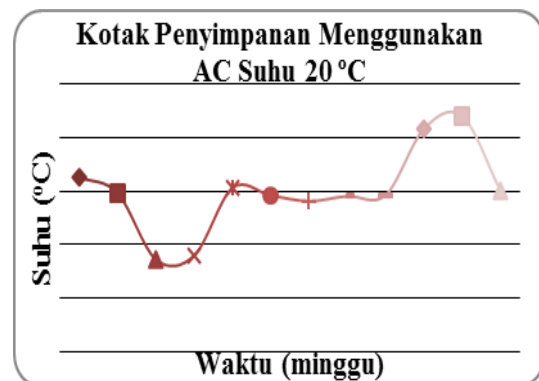
Grafik menunjukkan suhu pada penyimpanan ini naik turun, namun naik turunnya hanya berbeda 1 °C sehingga dapat dikatakan bahwa suhu pada penyimpanan ini cenderung stabil sekitar 23-24 °C, begitupun dengan nilai persentasi RH juga terjadi naik turun, dan nilai RH tertinggi yaitu minggu ke 12 senilai 88 %, berdasarkan kelembaban awal hingga akhir terlihat bahwa nilai RH memang cukup tinggi, sekitar ± 80 %, RH yang tinggi pada penyimpanan ini juga dipengaruhi oleh RH di luar kotak penyimpanan, dan juga disebabkan oleh beberapa faktor seperti padamnya listrik.



Gambar 8. RH Kotak Penyimpanan Menggunakan AC dengan suhu 25 °C Selama Penelitian

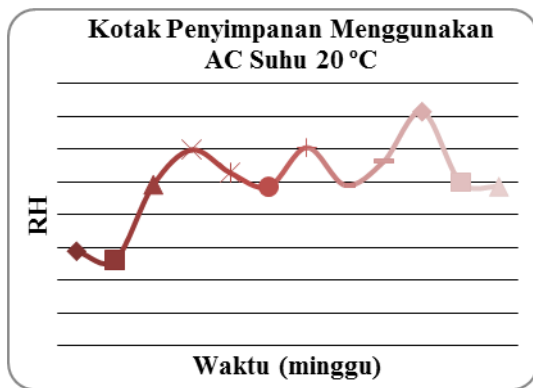
Suhu dan RH Kotak Penyimpanan Menggunakan AC Dengan Suhu 20 °C

Pengukuran suhu dan RH penyimpanan menggunakan AC 20 °C. Suhu pada penyimpanan ini juga terjadi naik turun setiap minggunya dimana suhu tertinggi yaitu 28 °C pada minggu ke 5, namun dari semua laju perubahan naik turunnya tidak terlalu tinggi, sehingga terlihat mulai dari minggu awal hingga akhir suhu cenderung stabil pada suhu ± 20 °C.



Gambar 9. Suhu Pada Kotak Penyimpanan Yang Menggunakan AC dengan suhu 20 °C Selama Penelitian

Begitupun dengan nilai persentasi RH pada penyimpanan ini juga terjadi naik turun setiap minggunya.



Gambar 10. RH Pada Kotak Penyimpanan Yang Menggunakan AC Dengan Suhu 20°C Selama Penelitian

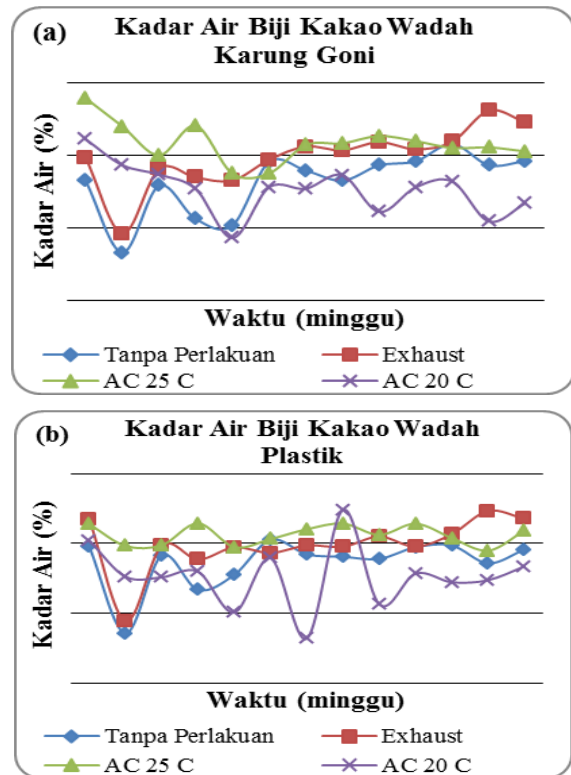
Kelembaban yang rendah disebabkan oleh AC yang menyerap udara dalam kotak kemudian mendinginkan kotak penyimpanan sehingga uap air akan berkurang, selain itu suhu 20°C sudah cukup optimal mempertahankan kelembaban kotak sehingga tidak mudah terpengaruh dengan kelembaban diluar kotak penyimpanan, namun pada minggu ke 5 kelembaban pada penyimpanan ini meningkat dan suhunya menurun, hal ini dipengaruhi oleh padamnya listrik

Kadar Air Biji Kakao Selama Penyimpanan

Kadar Air Biji Kakao Tanpa Fermentasi

Grafik menunjukkan kadar air biji kakao tanpa fermentasi dengan kadar air awal 7% dan 10%. Dimana grafik (a) menunjukkan kadar air sampel yang menggunakan karung goni, sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan kadar airnya terjadi naik turun hingga minggu ke 5, namun cenderung stabil hingga minggu terakhir, sedangkan kadar air sampel pada penyimpanan sirkulasi mengalami peningkatan hingga minggu terakhir, dan sampel pada penyimpanan suhu 25 °C kadar airnya terjadi naik turun dan stabil pada minggu 7 hingga minggu terakhir berbeda dengan sampel pada penyimpanan

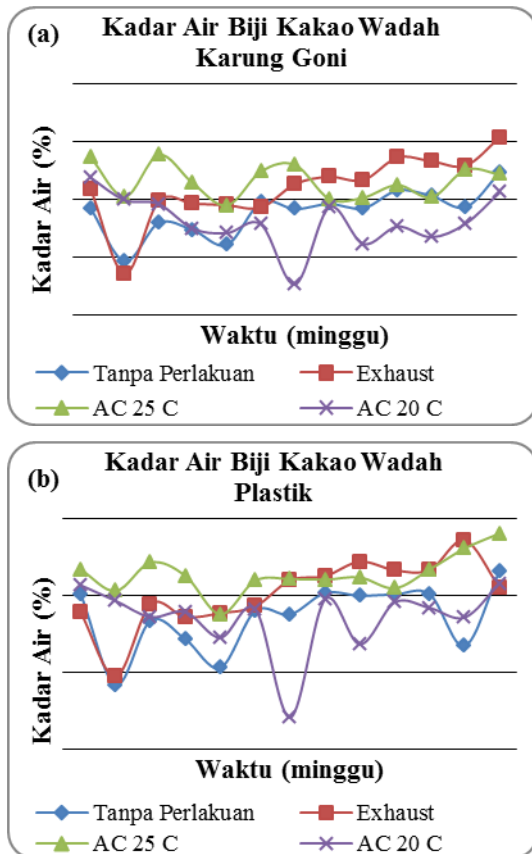
suhu 20°C, kadar airnya mengalami penurunan hingga minggu terakhir, sehingga kadar air terendah yaitu sampel pada penyimpanan suhu 20°C.



Gambar 11. Perbandingan Kadar Air Biji Kakao Tanpa Fermentasi Kadar Air 7% (a)Karung Goni (b)Plastik

Perbandingan kadar air sampel biji kakao tanpa fermentasi dengan kadar air awal 10%, seperti ditunjukkan Gambar 12.

Grafik (a) menunjukkan sampel menggunakan karung goni, dimana kadar air sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan dan sirkulasi mengalami peningkatan, berbeda dengan sampel pada penyimpanan suhu 25 dan 20 °C yang mengalami penurunan pada minggu akhir.



Gambar 12. Perbandingan Kadar Air Biji Kakao Tanpa Fermentasi Kadar Air 10% (a)Karung Goni (b)Plastik

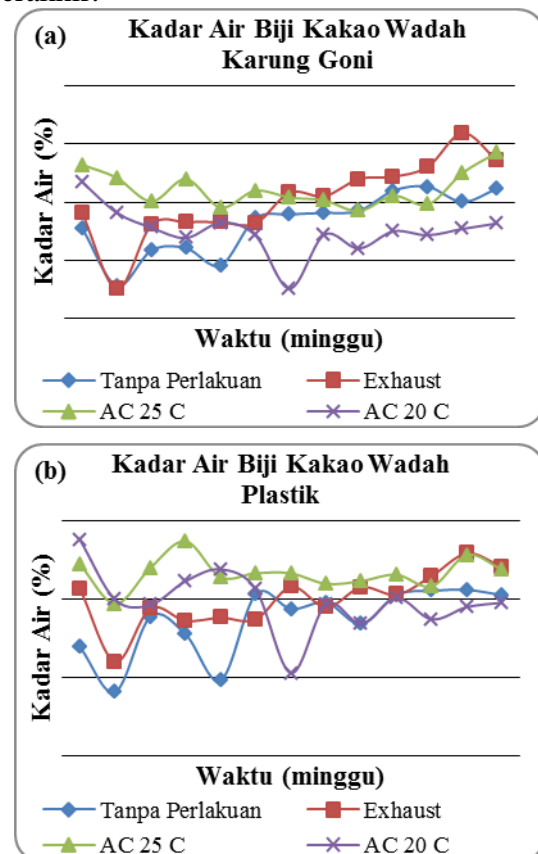
Grafik (b) menunjukkan kadar air sampel menggunakan plastik, dimana sampel pada kotak penyimpanan sirkulasi dan suhu 25 °C kadar airnya meningkat, sedangkan kadar air sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan dan suhu 20 °C cenderung stabil namun meningkat pada minggu ke 12, kadar air yang cukup rendah terlihat pada grafik yaitu sampel pada kotak penyimpanan suhu 20 °C.

Kadar Air Biji Kakao Fermentasi 3 Hari

Gambar 13 menunjukkan perbandingan antara kadar air sampel biji kakao dengan kadar air awal 7%.

Grafik (a) menunjukkan sampel yang menggunakan karung goni, dimana sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan dan sirkulasi kadar airnya

meningkat hingga minggu terakhir, kemudian kadar air sampel pada penyimpanan suhu 25 °C. Sedangkan grafik (b) menunjukkan sampel yang menggunakan plastik, untuk kadar air sampel pada penyimpanan sirkulasi dan suhu 25°C terjadi naik turun namun kemudian stabil dan minggu ke 7 dan meningkat pada minggu 11. Sedangkan kadar air sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan cenderung meningkat, berbeda dengan kadar air sampel pada penyimpanan suhu 20°C yang mengalami penurunan hingga minggu terakhir.

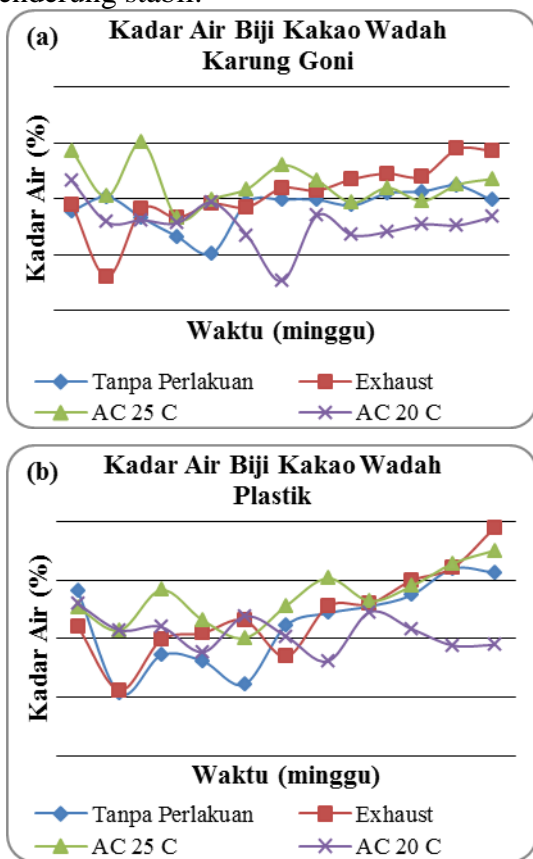


Gambar 13. Perbandingan Kadar Air Biji Kakao Fermentasi 3 hari Kadar Air Awal 7% (a)Karung Goni (b)Plastik

Perbandingan kadar air sampel fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10 %, seperti ditunjukkan Gambar 14.

Grafik (a) menunjukkan sampel menggunakan karung goni, dimana kadar air

sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan dan sirkulasi meningkat sedangkan kadar air sampel pada penyimpanan suhu 25 dan 20°C cenderung stabil walaupun sedikit terjadi naik turun, namun kadar air terendah mulai dari minggu 5 hingga minggu 13 yaitu sampel pada penyimpanan suhu 20°C. Sedangkan grafik (b) menunjukan sampel menggunakan plastik, pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan, sirkulasi dan suhu 25°C, kadar airnya meningkat mulai minggu 6 hingga minggu terakhir, sedangkan sampel pada kotak penyimpanan suhu 20°C kadar airnya cenderung stabil.

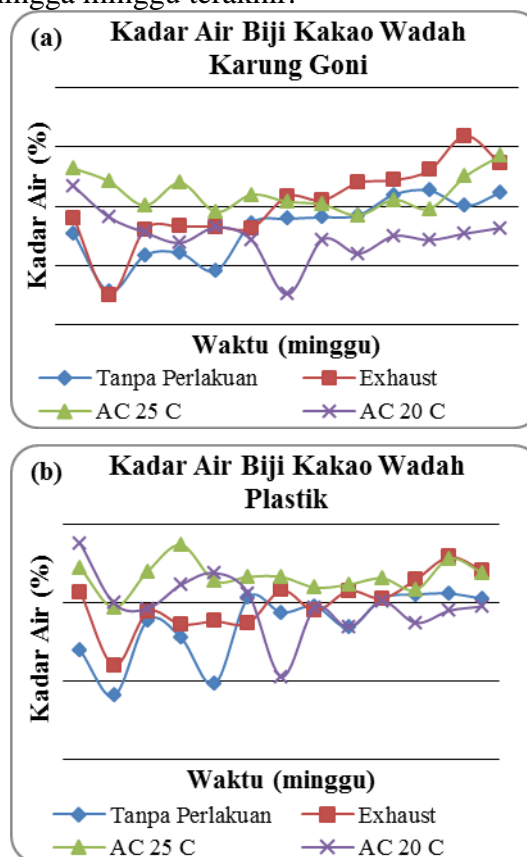


Gambar 14. Perbandingan Kadar Air Biji Kakao Fermentasi 3 hari Kadar Air Awal 10% (a) Karung Goni (b) Plastik

Kadar Air Biji Kakao Fermentasi 5 Hari

Perbandingan kadar air sampel fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 7%, seperti ditunjukkan Gambar 15.

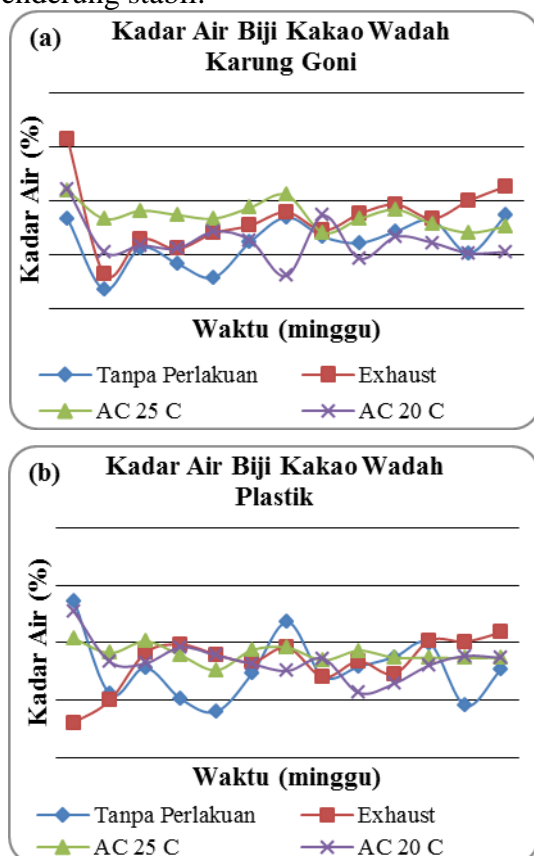
Grafik (a) menunjukkan kadar air sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan cenderung meningkat, berbeda dengan sampel pada kotak penyimpanan suhu 25 dan 20°C yang kadar airnya menurun hingga minggu ke 3 namun stabil hingga minggu terakhir namun kadar air sampel pada penyimpanan suhu 20°C lebih rendah. Grafik (b) menunjukkan kadar air biji kakao pada penyimpanan sirkulasi, suhu 25 dan 20°C cenderung stabil, berbeda dengan kadar air sampel kotak penyimpanan tanpa perlakuan yang cenderung meningkat hingga minggu terakhir.



Gambar 15. Perbandingan Kadar Air Biji Kakao Fermentasi 5 hari Kadar Air Awal 7% (a) Karung Goni (b) Plastik

Perbandingan kadar air biji kakao fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 10% menggunakan plastik dan karung goni.

Grafik (a) menunjukkan kadar air sampel pada penyimpanan biasa dan sirkulasi mengalami penurunan pada minggu ke 2 namun kembali meningkat hingga minggu terakhir, berbeda dengan sampel pada kotak penyimpanan suhu 25°C cenderung stabil, sedangkan kadar air sampel pada kotak penyimpanan suhu 20°C terjadi penurunan sehingga kadar air terendah sampel biji kakao yaitu pada penyimpanan suhu 20°C. Sedangkan grafik (b) menunjukkan kadar air pada penyimpanan sirkulasi meningkat hingga minggu terakhir, sedangkan kadar air sampel pada penyimpanan suhu 25 dan 20°C cenderung stabil.



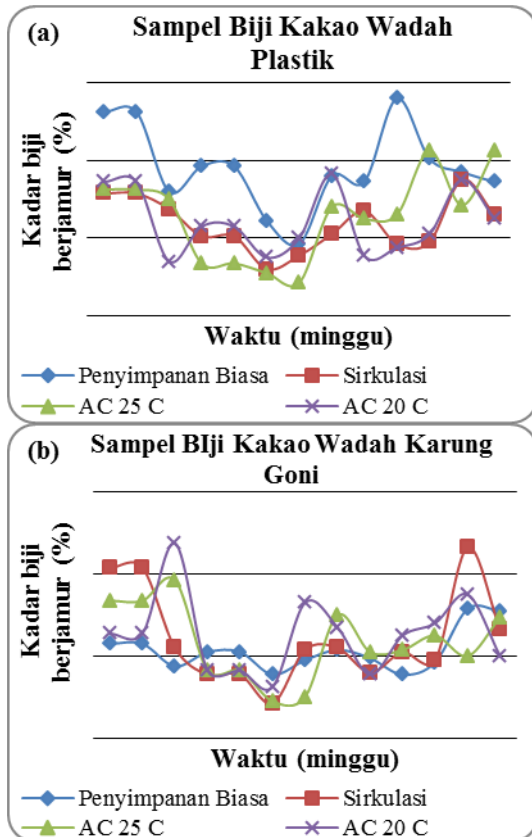
Gambar 16. Perbandingan Kadar Air Biji Kakao Fermentasi 5 hari Kadar Air Awal 10% (a)Karung Goni (b)Plastik

Kadar Jamur Biji Kakao Selama Penyimpanan

Kadar Jamur Biji Kakao Tanpa Fermentasi

Perbandingan pertumbuhan jamur bagian kulit biji kakao tanpa fermentasi dengan kadar air awal 7%.

Gambar 17 menunjukkan perbedaan pertumbuhan jamur bagian kulit sampel tanpa fermentasi yang disimpan menggunakan wadah plastik dan karung goni, dimana grafik (a) menunjukkan nilai pertumbuhan jamur kulit pada sampel kotak penyimpanan tanpa perlakuan minggu awal senilai 52,5 % dan minggu akhir 34,5 % sedangkan sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) jumlah biji berjamur pada minggu awal 31 % dan minggu akhir 26 %, sampel biji kakao pada penyimpanan AC 25 °C biji berjamur minggu awal senilai 32,5 % dan minggu akhir 42,5 %, kemudian untuk sampel pada penyimpanan AC 20 °C diperoleh nilai biji berjamur minggu awal 34 % dan minggu akhir 25 %, berdasarkan nilai kadar kulit biji berjamur minggu awal dan akhir setiap sampel pada masing-masing penyimpanan dapat dikatakan bahwa kulit biji yang berjamur sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan AC 20 °C mengalami penurunan, begitupun dengan sampel pada penyimpanan sirkulasi, berbeda dengan sampel pada penyimpanan AC 25 °C jamur bagian kulitnya meningkat pada minggu akhir, hal ini disebabkan oleh kelembaban pada penyimpanan AC 25 °C sangat tinggi.

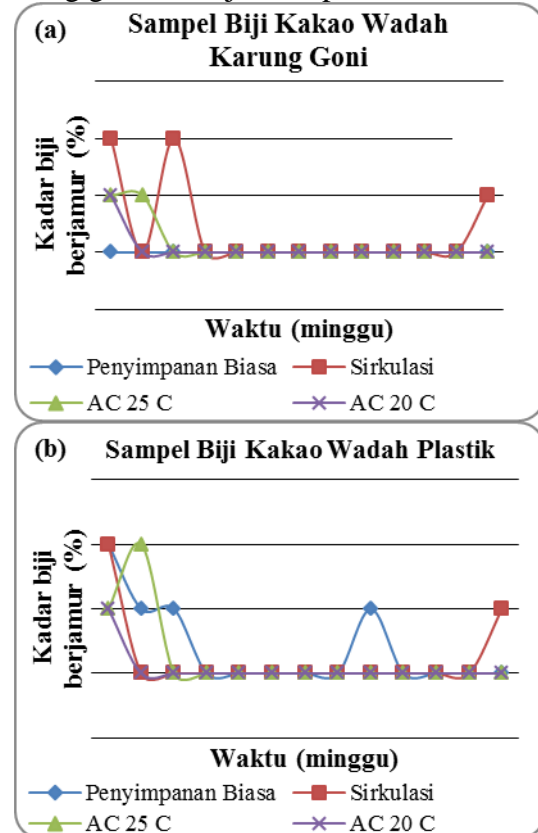


Gambar 17. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Biji Kakao Tanpa Fermentasi Kadar Air Awal 7 % (a)Karung Goni (b)Plastik

Grafik (b) menunjukkan nilai pertumbuhan jamur kulit pada sampel kotak penyimpanan tanpa perlakuan diperoleh nilai biji berjamur minggu awal 23 % dan minggu akhir 31,5 %, untuk sampel penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) kadar biji berjamur minggu awal yaitu 41,5 % dan minggu akhir 21,5 % , sedangkan sampel pada penyimpanan AC 25 °C minggu awal kulit biji berjamur diperoleh yaitu 33,5 % dan minggu akhir 29,5 % sedangkan kulit biji berjamur pada sampel penyimpanan AC 20 °C pada minggu awal 22,5 % dan minggu akhir 20 %, dari data yng diperoleh menunjukan terjadinya penurunan kada kulit biji berjamur pada penyimpanan *exhaust* dan AC 25 °C, peningkatan kadar kulit biji berjamur pada sampel kotak penyimpanan tanpa perlakuan kemungkinan disebabkan

oleh suhu pada penyimpanan ini cukup tinggi menyebabkan jamur mudah berkembang.

Perbandingan kadar jamur bagian dalam sampel tanpa fermentasi kadar air awal 7% dengan menggunakan plastik dan karung goni, ditunjukkan pada Gambar 18.

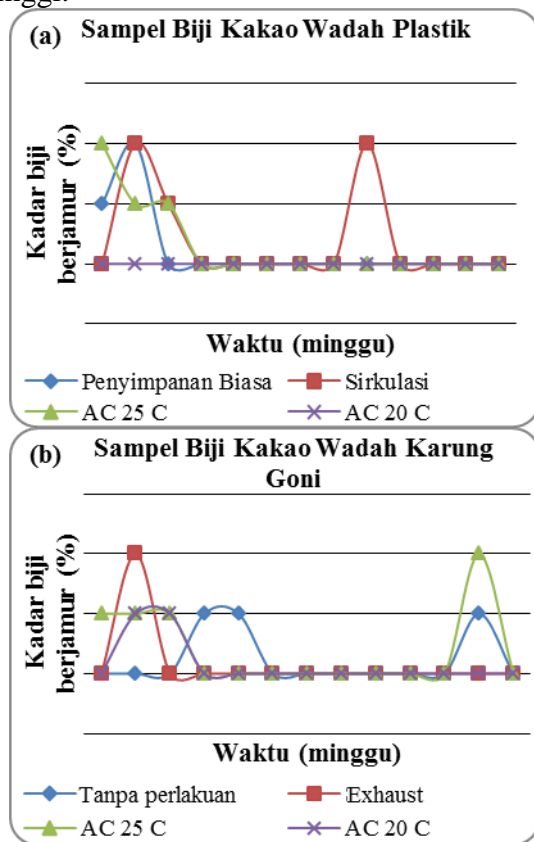


Gambar 18. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Bagian Dalam Biji Kakao Tanpa Fermentasi Kadar Air 7% (a)Karung Goni (b)Plastik

Menunjukan pertumbuhan jamur bagian dalam biji kakao sampel tanpa fermentasi dengan kadar air awal 7% selama 13 minggu, pada grafik (a) menunjukkan kadar biji berjamur bagian dalam sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan minggu awal 1 % dan minggu akhir 0 %, untuk sampel penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) diperoleh nilai kadar biji berjamur minggu awal 1% dan minggu akhir 0,5 %, sedangkan sampel pada penyimpanan AC 25 °C diperoleh nilai pada minggu awal yaitu

0,5 % dan minggu akhir 0 % dan sampel pada penyimpanan AC 20 °C kadar biji berjamur bagian dalam yaitu minggu awal 0,5 % dan minggu akhir 0 %, data tersebut menunjukkan terjadinya penurunan kadar biji berjamur bagian dalam sampel masing-masing penyimpanan, grafik (b) menunjukkan nilai kadar biji berjamur bagian dalam masing-masing sampel setiap kotak penyimpanan dari nilai minggu awal dan minggu akhir juga terjadi penurunan.

Kadar biji berjamur bagian dalam yang ditemukan pada plastik tidak jauh berbeda dengan karung goni, hanya saja pada penyimpanan plastik sedikit lebih tinggi.



Gambar 19. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Bagian Dalam Biji Kakao Tanpa Fermentasi Kadar Air 10% (a) Karung Goni (b) Plastik

Berbeda Pertumbuhan jamur pada bagian dalam biji dengan kadar air awal 10 % sangat berbeda dengan bagian kulit,

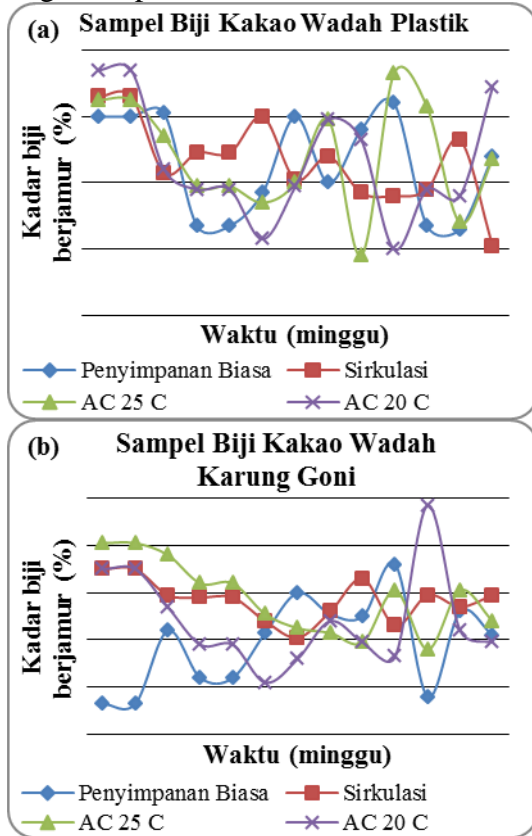
grafik (a) menunjukkan nilai pertumbuhan jamur pada sampel di kotak penyimpanan tanpa perlakuan minggu awal yaitu 0,5 % dan minggu akhir 0 %, sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) minggu awal 0 % kemudian minggu akhir tetap 0 %, sedangkan sampel pada penyimpanan 25 °C diperoleh kadar biji berjamur minggu awal 1 % dan minggu akhir 0 %, dan untuk sampel pada penyimpanan AC 20 °C kadar jamur minggu awal dan minggu akhir tetap 0 %, begitupun dengan data yang diperoleh pada grafik (b) tidak jauh berbeda dengan grafik (a) yang mengalami penurunan nilai kadar biji berjamur pada minggu awal yaitu 0 % dan minggu akhir tetap 0 % pada sampel di kotak kotak penyimpanan tanpa perlakuan, sirkulasi (*exhaust*) dan AC 20°C, sedangkan untuk sampel di penyimpanan AC 25 °C minggu awal diperoleh nilai 0,5 % biji berjamur sedangkan minggu akhir 0%.

a. Kadar Jamur Biji Kakao Fermentasi 3 hari

Gambar 20 menunjukkan kadar biji berjamur kulit biji kakao selama penyimpanan mulai dari minggu awal hingga minggu akhir, dengan kadar air awal sampel 7 % menggunakan wadah kemasan karung goni dan plastik.

Grafik (a) menunjukkan nilai kadar biji berjamur bagian kulit sampel di kotak kotak penyimpanan tanpa perlakuan pada minggu awal 50 % dan minggu akhir 44 %, dan sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) diperoleh nilai kadar biji berjamur minggu awal sekitar 53 % dan minggu akhir 30,5 %, sedangkan sampel pada penyimpanan AC 25 °C kadar biji berjamur di minggu awal 52,5 % dan minggu akhir 42,5 % , sedangkan sampel pada penyimpanan AC 20 °C nilai kadar biji berjamur minggu awal 57 % dan minggu akhir 54,5 %, data tersebut menunjukkan bahwa kadar biji berjamur bagian kulit sampel fermentasi 3 hari kadar air awal 7%

pada masing-masing penyimpanan mengalami penurunan.

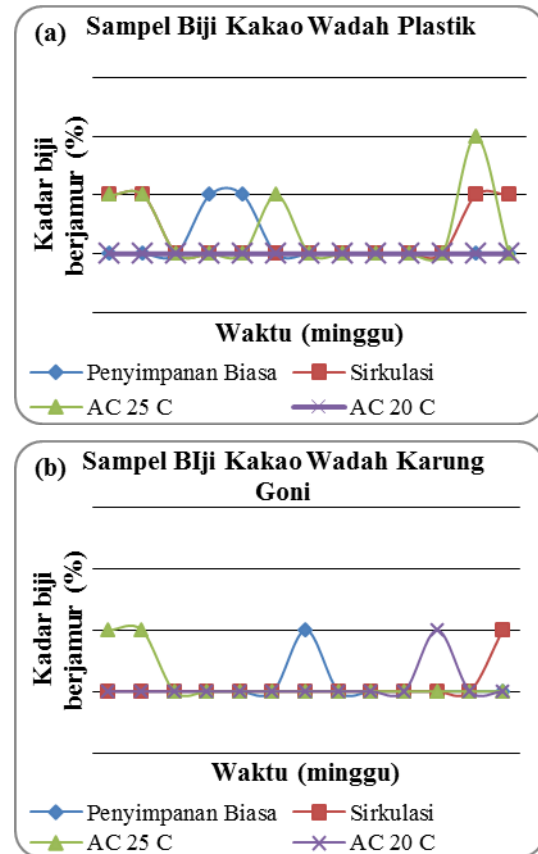


Gambar 20. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Bagian Kulit Biji Kakao Fermentasi 3 hari Kadar Air 7% (a) Karung Goni (b) Plastik

Sedangkan grafik (b) menunjukkan nilai kadar biji berjamur bagian kulit sampel pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan yaitu 16,5 % minggu awal dan 31 % minggu akhir, dan nilai kadar biji berjamur sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) yaitu 45 % minggu awal dan 39,5 % minggu akhir, sedangkan sampel pada penyimpanan AC 25 °C diperoleh nilai kadar biji berjamur minggu awal 50,5 % dan 34 %, kemudian untuk sampel penyimpanan AC 20 °C nilai kadar biji berjamur minggu awal 45 % dan 29,5 %, data tersebut menunjukkan kadar biji berjamur penyimpanan sirkulasi (*exhaust*), AC 25 °C dan 20 °C mengalami penurunan, berbeda dengan kotak penyimpanan tanpa perlakuan kadar biji

berjamur meningkat pada minggu akhir hal ini disebabkan oleh sirkulasi udara pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan tidak terlalu baik, menyebabkan udara dalam kotak penyimpanan menjadi lebih panas sehingga jamur akan mudah berkembang pada suhu yang cukup tinggi, sesuai dengan pernyataan Makfoeld (1993) bahwa jamur-jamur yang mengkontaminasi biji kakao dapat menyerang biji-biji di penyimpanan pada kisaran suhu 5° sampai 50° C dengan suhu optimum 30 °C sampai 45 °C.

Berikut grafik yang menunjukkan kadar biji berjamur bagian dalam sampel fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 7 % menggunakan karung goni dan plastik.

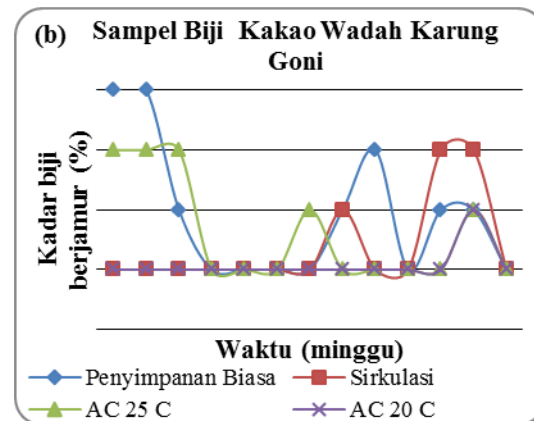
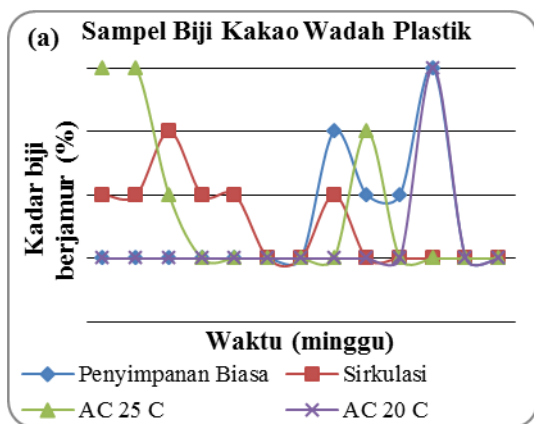


Gambar 21. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Bagian Dalam Biji Kakao Fermentasi 3 hari Kadar Air 7% (a) Karung Goni (b) Plastik

Grafik (a) dan (b) menunjukkan nilai kadar biji berjamur pada sampel kotak

penyimpanan tanpa perlakuan dan AC 20°C sekitar 0% minggu awal dan tetap 0% minggu akhir, sedangkan sampel penyimpanan AC 25°C nilai kadar biji berjamur minggu awal 0,5 % dan minggu akhir 0%, kemudian sampel penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) diperoleh nilai kadar biji berjamur minggu awalnya 0,5 % dan minggu akhir 0,5 %, data menunjukkan terjadinya penurunan kadar biji berjamur bagian dalam pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan, AC 25 °C dan 20 °C, sedangkan sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) tidak mengalami penurunan, hal ini disebabkan oleh kelembaban pada penyimpanan ini cukup tinggi, sehingga kelembaban udara sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur, sesuai dengan pernyataan Suryatmi (2011) Dalam ruang penyimpanan, kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan timbulnya penyerapan uap air oleh bahan, akibatnya akan mudah tumbuhnya jamur.

Grafik dibawah menunjukkan pertumbuhan jamur bagian dalam sampel biji kakao fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10% menggunakan kemasan plastik dan karung goni.



Gambar 22. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Bagian Dalam Biji Kakao Fermentasi 3 hari Kadar Air 10% (a) Karung Goni (b) Plastik

Kadar jamur biji kakao grafik (a) pada kotak penyimpanan tanpa perlakuan AC 20°C di minggu awal senilai 0 % dan minggu akhir tetap 0%, sedangkan penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) diperoleh nilai kadar biji berjamur minggu awal 0,5 % dan minggu akhir 0 %, kemudian sampel penyimpanan AC 25 °C 1 % pada minggu awal dan 0 % minggu akhir, data tersebut menunjukkan kadar biji berjamur sampel masing-masing penyimpanan mengalami penurunan. Sedangkan untuk grafik (b) menunjukkan kadar biji berjamur sampel pada masing penyimpanan juga mengalami penurunan pada minggu akhir yaitu 0 %.

Perbedaan kadar jamur bagian dalam sampel menggunakan plastik maupun karung goni juga tidak terlalu jauh berbeda, namun kadar jamur pada kemasan plastik sedikit lebih banyak dibandingkan karung goni.

Biji kakao fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10% menunjukkan kadar biji berjamur bagian kulit dari minggu awal hingga minggu akhir senilai 100%, hal ini disebabkan kadar air awal dari sampel ini sangat tinggi sehingga jamur mudah tumbuh, untuk itu peran sistem penyimpanan untuk mengurangi pertumbuhan jamur kurang optimal karena

biji kakao sebelum penyimpanan telah banyak terkontaminasi oleh jamur.

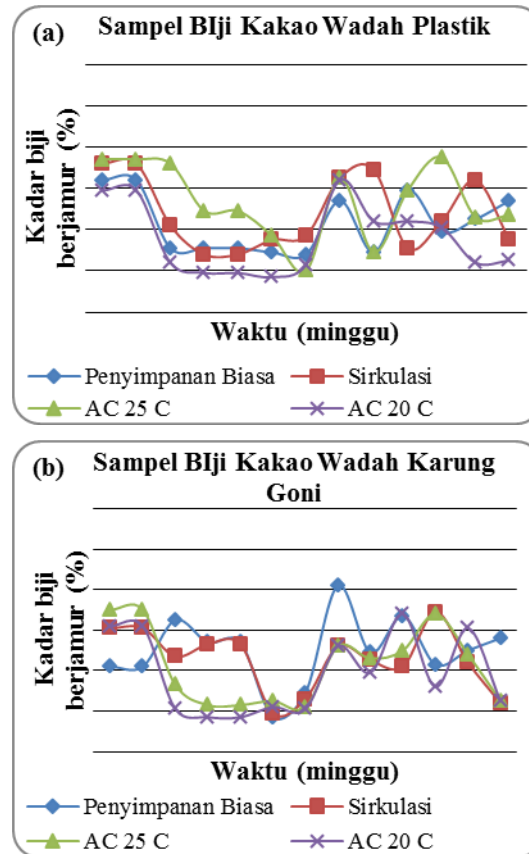
b. Kadar Jamur Biji Kakao Fermentasi 5 hari

Perubahan kadar jamur untuk sampel biji kakao dengan perlakuan tanpa fermentasi dan kadar air awal 7% ditunjukkan pada gambar berikut.

Gambar 23 Menunjukkan kadar biji berjamur sampel pada masing-masing kotak penyimpanan, grafik (a) terlihat nilai kadar biji berjamur sampel penyimpanan biasa diminggu awal 37% dan minggu akhir 27%, kemudian sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) diminggu awal 35 % dan minggu akhir 17,5%, dan sampel penyimpanan AC 25°C pada minggu awal 37% dan minggu akhir 23,5%, sedangkan sampel pada penyimpanan AC 20°C diperoleh nilai kadar biji berjamur kulit diminggu awal 29,5% dan minggu akhir 12,5%, data menunjukkan kadar biji berjamur setiap sampel di masing-masing penyimpanan mengalami penurunan. Grafik (b) menunjukkan nilai kadar biji berjamur bagian kulit sampel pada penyimpanan biasa diminggu awal 21 % dan minggu akhir 28%, kadar biji berjamur pada sampel penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) di awal minggu 31 % dan minggu akhir 12,5 %, kemudian sampel pada penyimpanan AC 25°C nilai kadar biji berjamur minggu awal 35 % dan minggu akhir 12,5 %, data menunjukkan bahwa sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*), 25°C dan 20°C mengalami penurunan nilai kadar jamur kulitnya, berbeda dengan sampel pada kotak penyimpanan biasa dimana kadar biji berjamurnya meningkat di minggu akhir, hal ini disebabkan oleh suhu pada penyimpanan ini yang cukup tinggi sehingga banya jenis jamur yang dapat berkembang.

Sedangkan perbedaan kadar jamur untuk masing-masing penyimpanan tidak terlalu berbeda untuk setiap sampel pada masing-masing penyimpanan.

Untuk sampel fermentasi 5 hari kadar air 7% Grafik (a) menunjukkan nilai kadar biji berjamur pada sampel penyimpanan biasa minggu awal yaitu 7% dan minggu akhir 2%, dan sampel paa penyimpanan sikulasi (*exhaust*) nilai kadar biji berjamur di minggu awal 3% dan minggu akhir 3,5%, kemudian sampel penyimpanan AC 25°C 6% minggu awal dan 1,5% minggu akhir, sedangkan untuk sampel pada penyimpanan AC 20°C di minggu awal kadar biji berjamurnya 6% an minggu akhir 1,5%, dari data tersebut disimpulkan bahwa penurunan kadar biji berjamur terjadi pada setiap sampel yang disimpan di masing-masing kotak penyimpanan.



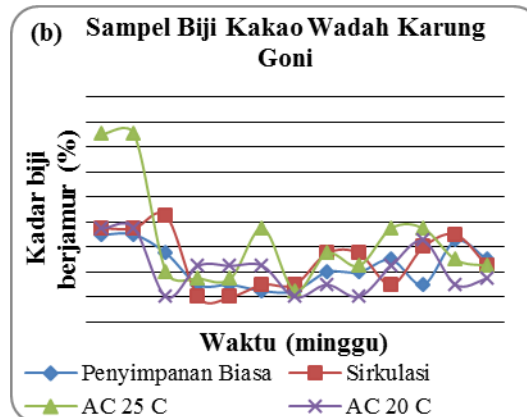
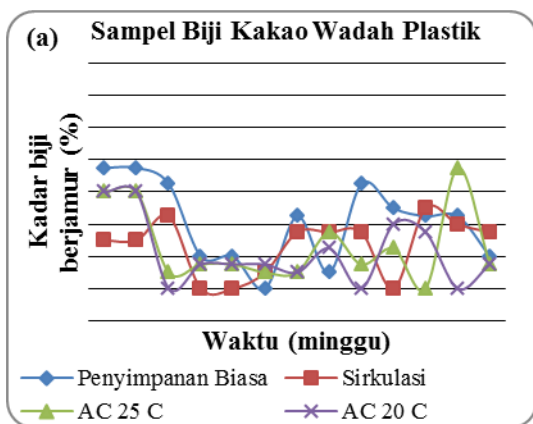
Gambar 23. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Bagian kulit Biji Kakao Fermentasi 5 hari Kadar Air 7 (a)Karung Goni (b)Plastik

Begitupun dengan grafik (b) menunjukkan terjadinya penurunan kadar

biji berjamur sampel pada setiap penyimpanan dimana kadar jamur masing-masing sampel di minggu akhir sekitar 2-3%.

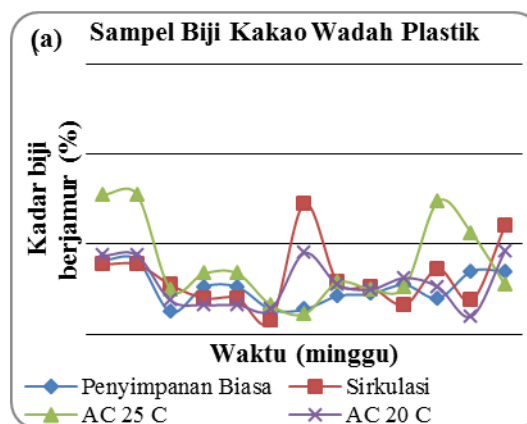
Berikut grafik yang menunjukkan pertumbuhan jamur kulit sampel fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 10%, menggunakan kemasan plastik dan karung goni.

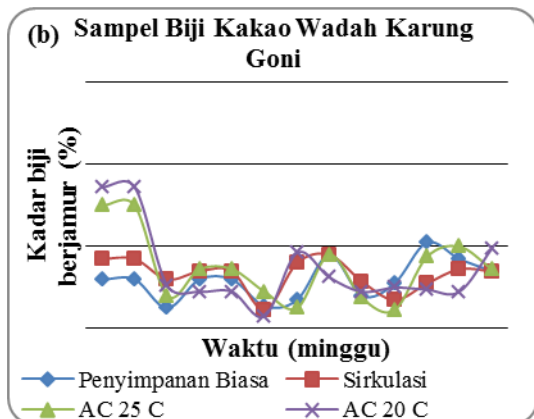
Grafik (a) menunjukkan kadar bji berjamur sampel pada penyimpanan biasa minggu awal 16,5% dan minggu akhir 14%, sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) kadar biji berjamur di minggu awal 12,5 % dan minggu akhir 24%, kemudian sampel pada penyimpanan AC 25°C di minggu awal 31% dan minggu akhir 11 %, sedangkan penyimpanan AC 20°C diperoleh nilai kadar biji berjamur senilai 17,5% minggu awal dan minggu akhir 15,5%, data menunjukkan terjadinya penurunan kadar berjamur pada sampel di kotak penyimpanan biasa, AC 25°C dan 20°C, berbeda dengan penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) dimana terjadi peningkatan jumlah biji berjamur di minggu akhir, disebabkan oleh kelembaban dan suhu pada penyimpanan tersebut.



Gambar 24. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Bagian dalam Biji Kakao Fermentasi 5 hari Kadar Air 7% (a) Karung Goni (b) Plastik

Grafik (b) menunjukkan nilai kadar biji berjamur pada penyimpanan AC 25°C dan 20 ° C mengalami penurunan yang minggu awal sampel penyimpanan 25°C 30% dan sampel penyimpanan 20°C 35% sedangkan minggu akhir penyimpanan tersebut 19,5% dan 14,5%, begitupun dengan penyimanan (*exhaust*) nilai kadar biji berjamurnya mengalami penurunan, berbeda dengan sampel penyimpanan biasa yang nilai kadar jamurnya mengalami peningkatan dari minggu awal 11% dan minggu akhir 14%, hal ini disebabkan oleh suhu pada kotak penyimpanan ini cukup tinggi.

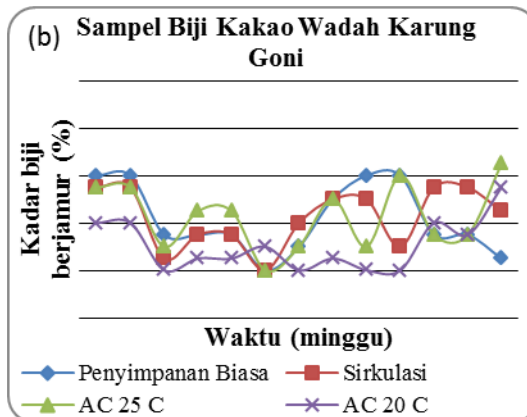
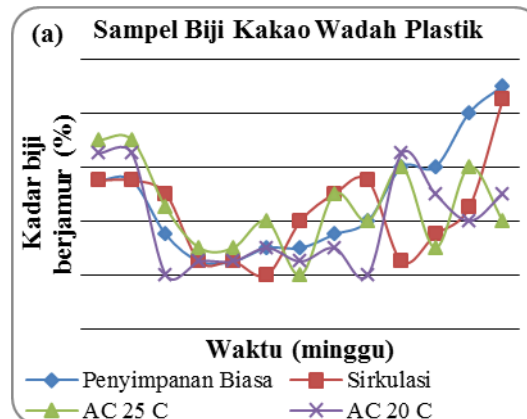




Gambar 25. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Kulit Biji Kakao Fermentasi 5 hari Kadar Air 10% (a)Karung Goni (b)Plastik

Grafik (a) menunjukkan kadar biji berjamur sampel pada penyimpanan biasa minggu awal 3,5% dan minggu akhir 7%, sampel pada penyimpanan sirkulasi (*exhaust*) kadar biji berjamur di minggu awal 3,5% dan minggu akhir 6,5%, kemudian sampel pada penyimpanan AC 25°C di minggu awal 5% dan minggu akhir 2%, sedangkan penyimpanan AC 20°C diperoleh nilai kadar biji berjamur senilai 4,5% minggu awal dan minggu akhir 3%, data menunjukkan terjadinya penurunan kadar berjamur pada sampel di kotak penyimpanan AC 25°C dan 20°C, berbeda dengan penyimpanan biasa sirkulasi (*exhaust*) dimana terjadi peningkatan jumlah biji berjamur di minggu akhir, disebabkan oleh kelembaban dan suhu pada penyimpanan tersebut dan juga bisa dipengaruhi oleh integritas kulit biji yang rendah

Grafik (b) menunjukkan nilai kadar biji berjamur pada penyimpanan AC 25°C dan 20°C mengalami peningkatan di minggu akhir, yang disebabkan oleh integritas kulit biji yang rendah sehingga mudah retak, menyebabkan jamur mudah berkembang ke bagian dalam biji.



Gambar 26. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Bagian dalam Biji Kakao Fermentasi 5 hari Kadar Air 10% (a)Karung Goni (b)Plastik

Berdasarkan tabel korelasi menggunakan *spss* untuk penyimpanan biasa data menunjukkan bahwa kadar jamur bagian kulit untuk sampel tanpa fermentasi dengan kadar air awal 7% untuk wadah plastik lebih besar dari 0,05 sehingga dikatakan tidak memiliki hubungan yang signifikan begitupun dengan sampel fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 7%, sampel fermentasi 5 hari dengan kadar air 7% dan 10%, berbeda dengan sampel tanpa fermentasi kadar air awal 7% wadah karung dan sampel fermentasi 5 hari dengan kadar air 7% wadah plastik, nilai yang ditunjukkan lebih kecil dari 0,05, sehingga dikatakan memiliki hubungan yang signifikan, namun untuk sampel fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10% wadah plastik dan sampel

tanpa fermentasi kadar air awal 10% tidak menunjukkan data dikarenakan data masing-masing variabel konstan, sedangkan untuk tanda negatif pada data tanpa fermentasi, fermentasi 3 hari dan fermentasi 5 hari kadar air awal 7% menandakan bahwa semakin tinggi waktu penyimpanan maka kadar jamur semakin rendah, dan tanda positif pada sampel fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 10% dan 7% wadah plastik menandakan bahwa semakin tinggi waktu penyimpanan pertumbuhan jamur juga semakin tinggi. Untuk penyimpanan sirkulasi masing-masing sampel yaitu tanpa fermentasi, fermentasi 3 hari dan fermentasi 5 hari menunjukkan data yang lebih dari 0,05 sehingga menandakan bahwa sampel tersebut tidak memiliki hubungan yang signifikan, berbeda dengan sampel tanpa fermentasi dan fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10% tidak menunjukkan data dikarenakan data variabelnya konstan. Berdasarkan tanda negatif pada sampel fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 7%, fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10% dan fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 7% dan fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 10% wadah plastik menandakan semakin lama waktu penyimpanan maka kadar jamur semakin rendah.

Kadar jamur bagian kulit sampel pada penyimpanan suhu 25°C masing-masing sampel menunjukkan data yang lebih besar dari 0,05, dan tanda negatif pada sampel tanpa fermentasi dengan kadar air awal 7% wadah karung, sampel fermentasi 3 hari dengan kadar air awal 10% dan 7%, dan sampel fermentasi 5 hari dengan kadar air awal 7% dan 10% yang menandakan bahwa semakin lama waktu penyimpanan maka kadar jamur semakin rendah, sedangkan tanda positif menandakan semakin lama waktu penyimpanan maka kadar jamur juga semakin tinggi. Begitupun dengan data korelasi yang diperoleh pada kotak

penyimpanan menggunakan AC dengan suhu 25 °C dan 20 °C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar biji berjamur bagian dalam biji selain dipengaruhi oleh kelembaban juga sangat dipengaruhi oleh integritas kulit biji. Semakin rapuh kulit biji maka bagian dalam biji kakao akan sangat mudah terserang jamur.
2. Pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh kondisi kotak penyimpanan. Semakin rendah suhu kotak penyimpanan maka semakin optimal untuk menekan tingkat pertumbuhan jamur.
3. Penyimpanan yang dapat mengurangi tingkat pertumbuhan jamur yaitu penyimpanan dalam ruang berpendingin yang dipertahankan pada suhu 20°C, untuk 10 kg biji kakao dengan luas kotak penyimpanan $\pm 6 \text{ m}^2$.
4. Kadar air awal biji kakao sebelum penyimpanan sangat mempengaruhi kadar biji berjamur selama proses penyimpanan berlangsung.

Saran

Sebaiknya dalam penyimpanan, biji kakao fermentasi 5 hari, bahan tidak ditumpuk, agar kulit biji tidak mudah retak.

DAFTAR PUSTAKA

- Badrun, M. 1991. Program Pengembangan Kakao di Indonesia. Prosiding Konferensi Nasional Kakao III, Medan. Buku 2: 1-9.

- Hall, C.W. 1980. *Drying and Storage of Agricultural Crops*. AVI Wesport, Connecticut.
- Rahmadi, A. dan G.H. Fleet. 2008. *The Occurrence of Mycotoxigenic Fungi in Cocoa Beans From Indonesia and Queensland, Australia*. Proceeding of International Seminar on Food Science, University of Soegiyapranata, Semarang Indonesia (FMB-10).
- Rahmat. 2010. Bagian-Bagian Biji Kakao. Panduan Lengkap Pengolahan Biji Kakao.<http://bagian-bagian/biji/kakao.blogspot.com/>. 2010. Makassar 27 Januari 2014
- Spillane. JJ. 1995. Komoditi kakao: peranannya dalam perekonomian Indonesia. Kanisius Yogyakarta
- Sri Mulato, S., Widyotomo, S., Misnawi dan Suharyanto, E., 2009. Petunjuk Teknis Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.
- Suryatmi Retno Dumadi. 2011. *The moisture content increase of centre of agroindustrial technology*. Bppt. Jakarta
- Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Tjitrosoepomo, Gembong, 1988, Taksonomi Tumbuhan (*Spermathopyta*), Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.